

Docket No.: 60188-809

PATENT

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Application of	:	Customer Number: 20277
	:	
Michinari YAMANAKA	:	Confirmation Number:
	:	
Serial No.:	:	Group Art Unit:
	:	
Filed: March 24, 2004	:	Examiner:
	:	
For: DRY ETCHING APPARATUS AND DRY ETCHING METHOD	:	

**CLAIM OF PRIORITY AND
TRANSMITTAL OF CERTIFIED PRIORITY DOCUMENT**

Mail Stop CPD
Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

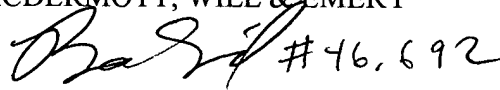
In accordance with the provisions of 35 U.S.C. 119, Applicant hereby claims the priority of:

Japanese Patent Application No. 2003-086680, filed March 27, 2003

cited in the Declaration of the present application. A certified copy is submitted herewith.

Respectfully submitted,

MCDERMOTT, WILL & EMERY

for  #46,692
Michael E. Fogarty
Registration No. 36,139

600 13th Street, N.W.
Washington, DC 20005-3096
(202) 756-8000 MEF:mcw
Facsimile: (202) 756-8087
Date: March 24, 2004

60188-809

M. YAMANAKA

March 24, 2004

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

McDermott, Will & Emery

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 3 年 3 月 2 7 日
Date of Application:

出 願 番 号 特 願 2 0 0 3 - 0 8 6 6 8 0
Application Number:

[ST. 10/C] : [J P 2 0 0 3 - 0 8 6 6 8 0]

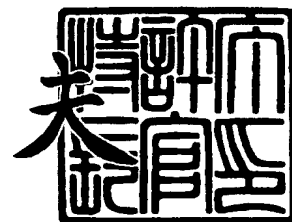
出 願 人 松下電器産業株式会社
Applicant(s):



2 0 0 4 年 1 月 2 7 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



【書類名】 特許願

【整理番号】 2926440251

【提出日】 平成15年 3月27日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 H01L 21/302

【発明者】

 【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内

 【氏名】 山中 通成

【特許出願人】

 【識別番号】 000005821

 【氏名又は名称】 松下電器産業株式会社

【代理人】

 【識別番号】 100077931

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 前田 弘

【選任した代理人】

 【識別番号】 100094134

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 小山 廣毅

【選任した代理人】

 【識別番号】 100110939

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 竹内 宏

【選任した代理人】

 【識別番号】 100110940

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 嶋田 高久

【選任した代理人】

【識別番号】 100113262

【弁理士】

【氏名又は名称】 竹内 祐二

【選任した代理人】

【識別番号】 100115059

【弁理士】

【氏名又は名称】 今江 克実

【選任した代理人】

【識別番号】 100115691

【弁理士】

【氏名又は名称】 藤田 篤史

【選任した代理人】

【識別番号】 100117581

【弁理士】

【氏名又は名称】 二宮 克也

【選任した代理人】

【識別番号】 100117710

【弁理士】

【氏名又は名称】 原田 智雄

【選任した代理人】

【識別番号】 100121500

【弁理士】

【氏名又は名称】 後藤 高志

【選任した代理人】

【識別番号】 100121728

【弁理士】

【氏名又は名称】 井関 勝守

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 014409

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0217869

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 ドライエッチング装置及びドライエッチング方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 反応室内の下部電極上にエッチング対象物を囲むように配置されるフォーカスリングを備えたドライエッチング装置であって、

前記フォーカスリングは前記エッチング対象物のパターン開口率に応じた表面積を持つことを特徴とするドライエッチング装置。

【請求項 2】 反応室内の下部電極上にエッチング対象物を囲むように配置されるフォーカスリングを備えたドライエッチング装置であって、

前記フォーカスリングは、予め準備された異なる半径を持つ複数のリングの中から選択された 1 つのリング又は 2 つ以上のリングの組み合わせによって構成され、それにより前記フォーカスリングは前記エッチング対象物のパターン開口率に応じた表面積を持つことを特徴とするドライエッチング装置。

【請求項 3】 前記複数のリングのそれぞれはシリコンを主成分とすることを特徴とする請求項 2 に記載のドライエッチング装置。

【請求項 4】 前記複数のリングは、互いに異なる材料を主成分とする少なくとも 2 つのリングを含むことを特徴とする請求項 2 に記載のドライエッチング装置。

【請求項 5】 前記複数のリングは、シリコンを主成分とする第 1 のリングと、シリコン以外の他の材料を主成分とする第 2 のリングとを含むことを特徴とする請求項 2 に記載のドライエッチング装置。

【請求項 6】 前記他の材料は、石英 (SiO_2)、炭化シリコン (SiC)、酸化アルミニウム (Al_2O_3) 及び酸化イットリウム (Y_2O_3) のうちの少なくとも 1 つを含むことを特徴とする請求項 5 に記載のドライエッチング装置。

【請求項 7】 前記複数のリングは、エッチング対象物と同じ材料を主成分とする少なくとも 1 つのリングを含むことを特徴とする請求項 2 に記載のドライエッチング装置。

【請求項 8】 反応室内の下部電極上にエッチング対象物を囲むように配置されるフォーカスリングを備えたドライエッチング装置を用いたドライエッチング

方法であって、

前記下部電極上に前記エッチング対象物を載置する工程と、

前記反応室内にガスを導入して該ガスからなるプラズマを発生させ、該プラズマを用いて前記エッチング対象物に対してドライエッチングを行なう工程とを備え、

前記ドライエッチングを行なう工程よりも前に、前記エッチング対象物のパターン開口率に応じて前記フォーカスリングの表面積を調節する工程をさらに備えていることを特徴とするドライエッチング方法。

【請求項 9】 前記フォーカスリングの表面積を調節する工程は、予め準備された異なる半径を持つ複数のリングの中から 1 つのリング又は 2 つ以上のリングの組み合わせを選択し、選択されたリングによって前記フォーカスリングを構成する工程を含むことを特徴とする請求項 8 に記載のドライエッチング方法。

【請求項 10】 前記複数のリングは、互いに異なる材料を主成分とする少なくとも 2 つのリングを含むことを特徴とする請求項 9 に記載のドライエッチング方法。

【請求項 11】 前記ガスは、 CF_4 、 CHF_3 、 C_4F_8 、 C_5F_8 、 C_4F_6 及び C_2F_6 のうちの少なくとも 1 つのガスを含むことを特徴とする請求項 8 に記載のドライエッチング方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明に属する技術分野】

本発明は、ドライエッチング装置及びドライエッチング方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

図 9 は、酸化膜等に対するエッチングに用いられる従来のドライエッチング装置の概略構成を示している。

【0003】

図 9 に示すように、反応室 11 の底部に設けられた下部電極 12 上に被処理基

板 20 が載置されている。反応室 11 の天井部には、プラズマを発生させる空間を挟んで下部電極 12 と対向するように上部電極 13 が設置されている。反応室 11 の外側には、下部電極 12 に 13. 56 MHz の電力を印加する高周波電源 14 が設けられている。また、反応室 11 の側部には、反応室 11 内にプロセスガスを導入するためのガス導入口 15 と、反応室 11 からプロセスガスを排出するためのガス排気口 16 とが設けられている。さらに、下部電極 12 上には、被処理基板 20 を囲むように、シリコンからなるフォーカスリング (Si フォーカスリング) 17 が設けられている。

【0004】

尚、図示は省略しているが、被処理基板 20 上には、例えばシリコン窒化膜を介して、エッチング対象物であるシリコン酸化膜が形成されているものとする。

【0005】

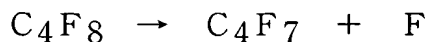
図 10 は、図 9 に示す Si フォーカスリング 17、つまり従来のフォーカスリングの平面構成を示している。図 10 に示すように、Si フォーカスリング 17 は、被処理基板 20 つまりウェハの口径に対応する開口部を中心に持つ単一のリングである。

【0006】

図 9 に示す従来のドライエッチング装置を用いた、酸化膜に対するドライエッチング方法の具体的内容は次の通りである。

【0007】

まず、反応性ガスとして C_4F_8 、 C_5F_8 又は CF_4 等のフルオロカーボンガスをガス導入口 15 から反応室 11 内に供給して該ガスからなるプラズマを発生させる。該プラズマ中では、例えば



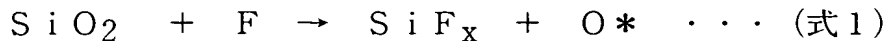
又は



等で表される解離反応が起こる。その結果、 C_xF_y (x 、 y は自然数) 又は F (フッ素) のラジカル (活性種) 又はイオンが被処理基板 20 上に供給される。

【0008】

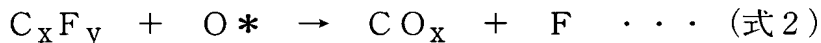
このとき、被処理基板 20 上の酸化膜 (SiO_2 膜) と例えばフッ素ラジカルとの間で、



等で表される反応が起こるため、酸化膜に対するエッチング (酸化膜エッチング) が進行するので、酸化膜の加工を行なうことができる。

【0009】

ところで、前述のプラズマから発生したフルオロカーボン (C_xF_y) ラジカルは、エッチング対象物である酸化膜上において、炭素とフッ素とからなるポリマー (フルオロカーボンポリマー) を生じる。しかしながら、(式1) に示す反応によって発生した O^* (酸素ラジカル) とフルオロカーボンポリマーとの間で、



等で表される反応が起こるため、酸化膜上のフルオロカーボンポリマーが除去される。

【0010】

一方、酸化膜エッチングが終了して、酸化膜の下側のシリコン基板又はシリコン窒化膜が露出すると、(式1) に示すような O^* の生成が起こらなくなるため、(式2) に示すような、酸素ラジカルによるフルオロカーボンポリマーの除去反応が起こらなくなる。すなわち、シリコン基板上又はシリコン窒化膜上においては、フルオロカーボンラジカルによってフルオロカーボンポリマーが堆積されてしまう。その結果、シリコンやシリコン窒化膜のエッチング速度が抑制されるので、酸化膜とその下地であるシリコン又はシリコン窒化膜との間の選択比を確保することができる。従って、 SiO_2 / Si 選択比 (又は $\text{SiO}_2 / \text{SiN}$ 選択比) は、一般にプラズマ中におけるフルオロカーボンラジカルのフッ素ラジカルに対する比 (以下、 $\text{C}_x\text{F}_y / \text{F}$ 比と称する) に依存する。具体的には、 $\text{C}_x\text{F}_y / \text{F}$ 比が高くなると、シリコンのエッチング速度が低下するので、 SiO_2 / Si 選択比が高くなる。逆に、 $\text{C}_x\text{F}_y / \text{F}$ 比が低くなると、シリコンのエッチング速度が増大するので、 SiO_2 / Si 選択比が低くなる。このように、酸化膜エッチングにおいて $\text{C}_x\text{F}_y / \text{F}$ 比の制御は非常に重要である。

【0011】

図9に示すドライエッチング装置においては、反応室11内にシリコンからなる部材を配置することによって、具体的には、下部電極12の周縁部にSiフォーカスリング17を配置することによって、 SiO_2/Si 選択比を向上させることができる。その理由は次の通りである。すなわち、反応室11内において、Siフォーカスリング17を構成するシリコンとフッ素ラジカルとが反応するため、フッ素ラジカルがスカベンジされてフッ素ラジカルの密度が低下する。このため、 $\text{C}_x\text{F}_y/\text{F}$ 比が高くなるため、シリコンのエッチング速度が低下するので、 SiO_2/Si 選択比が高くなる。すなわち、フォーカスリングは、プラズマ中のラジカル又はイオンと反応することによって該ラジカル又はイオンの密度を制御するという作用を有している（例えば特許文献1～6参照）。

【0012】**【特許文献1】**

特許第3333177号明細書（第11～12頁）

【特許文献2】

特開平7-245292号公報（第2頁）

【特許文献3】

特開平8-186096号公報（第2頁）

【特許文献4】

特開2002-9048号公報（図4）

【特許文献5】

特開2002-164323号公報（第3頁）

【特許文献6】

特開2002-190466号公報（第2頁）

【0013】**【発明が解決しようとする課題】**

酸化膜エッチングは、従来、主として酸化膜にコンタクトホール等を形成する際に用いられてきた。それに対して、近年、ITRS（International Technology Roadmap for Semiconductor）ロードマップに見られる微細化の進展に伴い、レジストの薄膜化が行なわれるようになった結果、従来レジストパターンをマス

クとして用いていたエッチング工程においても、酸化膜等からなるハードマスクが採用されるようになってきた。その代表的な一例として、多結晶シリコンからなるゲート電極を形成するためのエッチング工程における酸化膜ハードマスクの利用があげられる。

【0014】

しかしながら、前述の酸化膜ハードマスクのパターニングに、図9に示す従来のドライエッチング装置を用いた場合、以下に述べるような問題点が生じる。

【0015】

図11(a)及び(b)は、従来のドライエッチング装置を用いた酸化膜エッチングにおける問題点を説明するための図である。

【0016】

図11(a)に示すように、エッチング対象物である酸化膜21の上に、例えばゲート電極パターンを持つレジストパターン22を形成する。ここで、レジストパターン22の幅(リソグラフィ後寸法)は L_0 である。その後、図11(b)に示すように、レジストパターン22をマスクとして酸化膜21に対してエッチングが行なって酸化膜21をパターン化する。ここで、パターン化された酸化膜21Aの幅(ドライエッチング後寸法)は L_1 である。

【0017】

ところが、従来のドライエッチング装置を用いた場合、図11(b)に示すように、酸化膜21のエッチング形状(パターン化された酸化膜21Aの断面形状)が所望の垂直形状にならずにテーパ形状になってしまうという問題が生じる。また、寸法シフト量(ドライエッチング後寸法 L_1 ーリソグラフィ後寸法 L_0)が大きくなってしまいう問題も生じる。

【0018】

前記に鑑み、本発明は、形成しようとするパターンに関係なく、寸法シフト量を抑制でき且つ所望のエッチング形状が得られるドライエッチングを可能とすることを目的とし、より具体的には、形成しようとするパターンに関係なく酸化膜エッチングにおいて寸法シフト量を抑制しつつ所望のエッチング形状が得られるようにすることを目的とする。

【0019】

【課題を解決するための手段】

前記の目的を達成するために、本願発明者は、ゲート電極形成用の酸化膜ハードマスクのパターニングに従来のドライエッチング装置を用いた際に、寸法シフト量が大きくなったり又はエッチング形状の制御性が劣化したりする原因を検討した結果、次のような知見を得た。

【0020】

すなわち、従来のドライエッチング装置が支障なく利用されていた、コンタクトホール形成等における酸化膜エッチングでは、エッチング対象物である酸化膜のパターン開口率は高々数%程度であった。ここで、パターン開口率とは、エッチング前の酸化膜の全体面積に対する、エッチングによって除去しようとする酸化膜の面積の比である。言い換えると、パターン開口率とは、チップ1個の面積に対する、チップ1個当たりの酸化膜の開口面積の比である。

【0021】

それに対して、従来のドライエッチング装置の使用によって問題が生じる、ゲート電極パターンを持つ酸化膜ハードマスクの形成等における酸化膜エッチングでは、酸化膜のパターン開口率は20～80%程度にも達し、従来のコンタクトホール形成におけるパターン開口率と比べて格段に大きい。

【0022】

本願発明者は、コンタクトホール形成を前提としてSiフォーカスリングにより反応室内の C_xF_y/F 比を高めている従来のドライエッチング装置を用いて、パターン開口率の大きい酸化膜エッチングを行なった場合に、前記の各問題が生じてしまうということを見出した。すなわち、この場合、エッチングされるべき酸化膜の面積と比して、フッ素ラジカルつまりエッチャント（エッチング種）が不足する一方、ポリマー堆積の原因となるフルオロカーボンラジカルつまりデポ種が過剰となる。その結果、反応室内において適切な C_xF_y/F 比が得られないので、寸法シフト量が大きくなったり又はエッチング形状の制御性（以下、形状制御性と称する）が劣化したりする問題が起こるということを本願発明者は見出した。

【0023】

さらに、本願発明者は、この発見に基づき、ドライエッチング装置のフォーカスリングの表面積を、エッチング対象物のパターン開口率に応じて調節することによって、前記の問題を解決するという着想を得た。具体的には、酸化膜エッチングの場合、プラズマ中のフッ素ラジカルをスカベンジする Si フォーカスリングの表面積を酸化膜のパターン開口率に応じて変更することにより、酸化膜上における C_xF_y/F 比を最適化し、それによって寸法シフト量の増大又は形状制御性の劣化を防止するというアイデアである。

【0024】

また、本願発明者は、プラズマ中のフッ素ラジカルと反応する Si と、フッ素ラジカルとの反応性が低い材料（例えば SiC、SiO₂、Al₂O₃、Y₂O₃等）とを用いてフォーカスリングを形成することにより、フォーカスリング上の各点におけるフッ素ラジカルのスカベンジ量を制御して C_xF_y/F 比のウェハ面内均一性を向上させるという着想を得た。

【0025】

本発明は、以上の知見に基づきなされたものであって、具体的には、本発明に係る第1のドライエッチング装置は、反応室内の下部電極上にエッチング対象物を囲むように配置されるフォーカスリングを備えたドライエッチング装置を前提とし、フォーカスリングはエッチング対象物のパターン開口率に応じた表面積を持つ。

【0026】

第1のドライエッチング装置によると、フォーカスリングがエッチング対象物のパターン開口率に応じた表面積を持つため、エッチング対象物のパターン開口率に応じて、プラズマ中のエッチャントのスカベンジ量を制御できる。具体的には、エッチング対象物のパターン開口率（つまりエッチング対象面積）が大きくなるに従って、より表面積の小さいフォーカスリングを用いることによって、エッチャントのスカベンジ量を低減する。逆に、エッチング対象物のパターン開口率が小さくなるに従って、より表面積の大きいフォーカスリングを用いることによって、エッチャントのスカベンジ量を増大させる。従って、形成しようとする

パターンに関係なく、寸法シフト量を抑制でき且つ所望のエッチング形状が得られるドライエッチングが可能となる。

【0027】

本発明に係る第2のドライエッチング装置は、反応室内の下部電極上にエッチング対象物を囲むように配置されるフォーカスリングを備えたドライエッチング装置を前提とし、フォーカスリングは、予め準備された異なる半径を持つ複数のリングの中から選択された1つのリング又は2つ以上のリングの組み合わせによって構成され、それによりフォーカスリングはエッチング対象物のパターン開口率に応じた表面積を持つ。

【0028】

第2のドライエッチング装置によると、フォーカスリングがエッチング対象物のパターン開口率に応じた表面積を持つように、異なる半径を持つ複数のリングの中から選択された1つのリング又は2つ以上のリングの組み合わせによってフォーカスリングが構成されている。すなわち、第2のドライエッチング装置においても、第1のドライエッチング装置と同様に、フォーカスリングがエッチング対象物のパターン開口率に応じた表面積を持つため、第1のドライエッチング装置と同様の効果が得られる。また、フォーカスリングの表面積の調節を簡単に行なうことができる。

【0029】

尚、本明細書において、リングの半径とは、特に断らない限り、所定の幅を持つリングの最外周部の半径（外径）を意味するものとする。また、第1又は第2のドライエッチング装置において、フォーカスリングの内側面と、エッチング対象物（例えば酸化膜等）が形成された基板（ウェハ）の端部とが接するように、フォーカスリングが下部電極上に設けられることを前提とする。言い換えると、本発明のフォーカスリングは、その中心部にウェハの口径に対応する開口部を持つ。従って、本明細書において、フォーカスリングの表面積とは、特に断らない限り、フォーカスリングにおける反応室内のプラズマ中に露出する部分の面積を意味し、これは、エッチング対象物を囲むフォーカスリングの上面及び外側面の面積に相当する。

【0030】

また、第2のドライエッチング装置において、フォーカスリングを構成する複数のリングは、互いに隙間なく組み合わされるものとする。具体的には、小さな半径を持つリングの外側面と、大きな半径を持つリングの内側面とが接するようにリング同士が組み合わされるものとする。

【0031】

第2のドライエッチング装置において、複数のリングのそれぞれはシリコンを主成分とすることが好ましい。

【0032】

このようにすると、酸化膜エッチングの場合に（つまりエッチング対象物が酸化膜である場合に）、シリコンを主成分とするフォーカスリングの表面積を、エッチング対象物である酸化膜のパターン開口率に応じて調節できる。このため、酸化膜のエッチャント（例えばプラズマ中のフッ素ラジカル）をスカベンジする量を制御できるので、酸化膜上におけるデポ種（例えばプラズマ中の C_xF_y ラジカル）量とエッチャント量との比（例えば C_xF_y/F 比）を最適化できる。従って、形成しようとするパターンに関係なく酸化膜エッチングにおいて寸法シフト量を抑制しつつ所望のエッチング形状を確実に実現することができる。

【0033】

第2のドライエッチング装置において、複数のリングは、互いに異なる材料を主成分とする少なくとも2つのリングを含むことが好ましい。

【0034】

このようにすると、フォーカスリングを、エッチャントに対するスカベンジ能力の高い材料を主成分とする一のリング（複数個あってもよい）と、エッチャントに対するスカベンジ能力の低い材料を主成分とする他のリング（複数個あってもよい）とから構成することができる。これにより、フォーカスリング上（つまりウェハ周縁部上）におけるエッチャント量の急激な変化を抑制できるため、エッチング対象物のエッチング速度、エッチング対象物とその下地との間の選択比又はエッチング形状等についてウェハ面内均一性を向上させることができる。

【0035】

尚、本明細書において、「ある材料を主成分とする」とは「ある材料のみから構成される」ことも含むものとする。

【0036】

第2のドライエッチング装置において、複数のリングは、シリコンを主成分とする第1のリングと、シリコン以外の他の材料を主成分とする第2のリングとを含むことが好ましい。

【0037】

このようにすると、酸化膜エッチングの場合に（つまりエッチング対象物が酸化膜である場合に）、フォーカスリングを、エッチャント（例えばフッ素ラジカル）に対するスカベンジ能力の高いシリコンを主成分とする第1のリング（複数個あってもよい）と、エッチャントに対するスカベンジ能力の低い他の材料を主成分とする第2のリング（複数個あってもよい）とから構成することができる。このため、フォーカスリング上（つまりウェハ周縁部上）におけるエッチャント量、ひいてはデポ種（例えば C_xF_y ラジカル）量とエッチャント量との比（例えば C_xF_y/F 比）の急激な変化を抑制できる。従って、酸化膜のエッチング速度、酸化膜とその下地との間の選択比又はエッチング形状等についてウェハ面内均一性を向上させることができる。また、シリコン以外の他の材料が、石英（ SiO_2 ）、炭化シリコン（ SiC ）、酸化アルミニウム（ Al_2O_3 ）及び酸化イットリウム（ Y_2O_3 ）のうちの少なくとも1つを含むと、前述のエッチング速度等のウェハ面内均一性の向上効果が確実に得られる。

【0038】

第2のドライエッチング装置において、複数のリングは、エッチング対象物と同じ材料を主成分とする少なくとも1つのリングを含むことが好ましい。

【0039】

このようにすると、例えば酸化膜（ SiO_2 膜）エッチングの場合に、 SiO_2 からなるリングを含むフォーカスリングを用いることにより、実質的にエッチング対象面積（ SiO_2 面積）つまりパターン開口率を増大させることができる。言い換えると、エッチング対象物と同じ材料を主成分とするリングを用いてフォーカスリングを構成することにより、実質的にエッチング対象面積を増大させ

ることができる。これにより、パターン開口率が例えば数%程度であるエッチング対象物における被エッチング部分（レジストマスクの開口部の下側）に供給されるエッチャント量を、パターン開口率が例えば数十%程度であるエッチング対象物における被エッチング部分に供給されるエッチャント量とほぼ同等に調整することができる。すなわち、フォーカスリングの構成を調整するだけで、様々なパターン開口率を持つ複数のエッチング対象物のそれぞれに対して、同一のドライエッチング装置を用いて高精度なエッチングを行なうことができる。

【0040】

本発明に係るドライエッチング方法は、反応室内の下部電極上にエッチング対象物を囲むように配置されるフォーカスリングを備えたドライエッチング装置を用いたドライエッチング方法を前提とし、下部電極上にエッチング対象物を載置する工程と、反応室内にガスを導入して該ガスからなるプラズマを発生させ、該プラズマを用いてエッチング対象物に対してドライエッチングを行なう工程とを備え、ドライエッチングを行なう工程よりも前に、エッチング対象物のパターン開口率に応じてフォーカスリングの表面積を調節する工程をさらに備えている。

【0041】

本発明のドライエッチング方法によると、ドライエッチングを実施する際に、エッチング対象物のパターン開口率に応じてフォーカスリングの表面積を調節するため、エッチング対象物のパターン開口率に応じて、プラズマ中のエッチャントのスカベンジ量を制御できる。具体的には、エッチング対象物のパターン開口率（つまりエッチング対象面積）が大きくなるに従って、フォーカスリングの表面積をより小さくすることによって、エッチャントのスカベンジ量を低減する。逆に、エッチング対象物のパターン開口率が小さくなるに従って、フォーカスリングの表面積をより大きくすることによって、エッチャントのスカベンジ量を増大させる。従って、形成しようとするパターンに関係なく、寸法シフト量を抑制でき且つ所望のエッチング形状が得られるドライエッチングが可能となる。

【0042】

本発明のドライエッチング方法において、フォーカスリングの表面積を調節する工程は、予め準備された異なる半径を持つ複数のリングの中から1つのリング

又は2つ以上のリングの組み合わせを選択し、選択されたリングによってフォーカスリングを構成する工程を含むことが好ましい。

【0043】

このようにすると、フォーカスリングの表面積の調節を簡単に行なうことができる。

【0044】

また、この場合、複数のリングは、互いに異なる材料を主成分とする少なくとも2つのリングを含むことが好ましい。

【0045】

このようにすると、フォーカスリングを、エッチャントに対するスカベンジ能力の高い材料を主成分とする一のリング（複数個あってもよい）と、エッチャントに対するスカベンジ能力の低い材料を主成分とする他のリング（複数個あってもよい）とから構成することができる。これにより、フォーカスリング上（つまりウェハ周縁部上）におけるエッチャント量の急激な変化を抑制できるため、エッチング対象物のエッチング速度、エッチング対象物とその下地との間の選択比又はエッチング形状等についてウェハ面内均一性を向上させることができる。

【0046】

本発明のドライエッチング方法において、前記のガスは、 CF_4 、 CHF_3 、 C_4F_8 、 C_5F_8 、 C_4F_6 及び C_2F_6 のうちの少なくとも1つのガスを含むことが好ましい。

【0047】

このようにすると、酸化膜エッチングの場合に（つまりエッチング対象物が酸化膜である場合に）、シリコンを主成分とするフォーカスリングを用いると共に該フォーカスリングの表面積を酸化膜のパターン開口率に応じて調節すれば、酸化膜のエッチャント（例えばプラズマ中のフッ素ラジカル）をスカベンジする量を制御できる。このため、酸化膜上におけるデポ種（例えばプラズマ中の C_xF_y ラジカル）量とエッチャント量との比（例えば $\text{C}_x\text{F}_y/\text{F}$ 比）を最適化できるので、形成しようとするパターンに関係なく酸化膜エッチングにおいて寸法シフト量を抑制しつつ所望のエッチング形状を実現することができる。

【0048】**【発明の実施の形態】****(第1の実施形態)**

以下、本発明の第1の実施形態に係るドライエッチング装置及びドライエッチング方法について、酸化膜エッチングを例として、図面を参照しながら説明する。

【0049】

図1は第1の実施形態に係るドライエッチング装置の概略構成を示している。

【0050】

図1に示すように、反応室101の底部に設けられた下部電極102上に被処理基板150が載置されている。反応室101の天井部には、プラズマを発生させる空間を挟んで下部電極102と対向するように上部電極103が設置されている。反応室101の外側には、下部電極102に例えば13.56MHzの電力を印加する高周波電源104が設けられている。また、反応室101の側部には、反応室101内にプロセスガスを導入するためのガス導入口105と、反応室101からプロセスガスを排出するためのガス排気口106とが設けられている。さらに、下部電極102上には、被処理基板150を囲むようにフォーカスリング107が設けられている。

【0051】

尚、図示は省略しているが、被処理基板150上には、例えばシリコン窒化膜を介して、エッチング対象物であるシリコン酸化膜が形成されている。

【0052】

図2は、図1に示すフォーカスリング107、つまり本実施形態のフォーカスリングの平面構成を示している。

【0053】

図2に示すように、本実施形態のフォーカスリング107の特徴は、異なる半径を持つ複数のリングを同心円状に組み合わせることによって構成されていることである。具体的には、図2は、幅2cm、外径12cmの第1のリング107aと、幅2cm、外径14cmの第2のリング107bと、幅2cm、外径16cmの第3のリング107cとが隙間なく組み合わせられることによってフォーカ

スリング 107 が構成されている場合の様子を示している。この場合、フォーカスリング 107 の内側面となる第 1 のリング 107 a の内側面と、被処理基板 150 となる半径 10 cm のウェハの端部とが接する。また、本実施形態において、各リング 107 a、107 b、107 c はいずれもシリコンを主成分とする。

【0054】

ところで、図 2 に示す場合、3 個のリング 107 a ~ 107 c を組み合わせることによって、幅 6 cm、半径（外径）16 cm のフォーカスリング 107 が構成されている。しかし、本実施形態においては、各リングの組み合わせ方を変えることによって、フォーカスリング 107 の幅及び半径、つまりフォーカスリング 107 の表面積を任意に変更することができる。例えば第 1 のリング 107 a 及び第 2 のリング 107 b の 2 個のリングを組み合わせることによって、幅 4 cm、半径 14 cm のフォーカスリング 107 を構成することもできる。

【0055】

尚、本実施形態において、フォーカスリング 107 の表面積とは、フォーカスリング 107 における反応室 101 内のプラズマ中に露出する部分の面積であって、これは、被処理基板（ウェハ）150 を囲むフォーカスリング 107 の上面及び外側面の面積に相当する。

【0056】

図 1 に示す本実施形態のドライエッチング装置を用いた、酸化膜に対するドライエッチング方法の具体的内容は次の通りである。

【0057】

まず、 C_4F_8 、 C_5F_8 又は CF_4 等のフルオロカーボンガス（反応性ガス）、Ar ガス、及び酸素ガスをガス導入口 105 から反応室 101 内に供給して、これらのガスからなるプラズマを発生させると共に、該プラズマを用いて被処理基板 150 上の酸化膜に対してエッチング加工を行なう。このときの具体的なエッチング条件は、例えば C_4F_8 流量が 10 ml/min（標準状態）、 O_2 流量が 5 ml/min（標準状態）、Ar 流量が 400 ml/min（標準状態）、チャンバー内圧力が 7 Pa、プラズマ発生用 RF 電力が 1500 W、基板温度が 20℃である。

【0058】

前記のプラズマ中においては、反応室 101 内に導入されたガスが解離して、デポ種となる C_xF_y ラジカル（フルオロカーボンラジカル）と、エッチャントとなる F ラジカル（フッ素ラジカル）とが発生する。このフッ素ラジカルは、フォーカスリング 107 に含まれるシリコンと反応してスカベンジされるので、プラズマ中のフッ素ラジカルは実質的に減少する。ここで、フッ素ラジカルの減少は、フォーカスリング 107 とフッ素ラジカルとの反応によるものであるため、フッ素ラジカルの減少量はフォーカスリング 107 の表面積に比例する。従って、デポ種量とエッチャント量との比（ C_xF_y/F 比）もフォーカスリング 107 の表面積に比例して大きくなる。

【0059】

一方、本実施形態においては、前述のように、複数のリングの組み合わせ方を変えるによってフォーカスリング 107 の半径（外径）を変化させることにより、フォーカスリング 107 の表面積を変化させることができ、それによってプラズマ中の C_xF_y/F 比を変化させることができる。

【0060】

図 3 は、本実施形態と同様のエッチング条件下において Si フォーカスリングの半径を変化させた場合における C_xF_y/F 比の変化の様子を調べた結果を示している。図 3 において、横軸はフォーカスリング半径（外径）を示し、縦軸は C_xF_y/F 比を示している。また、図 3 に示す C_xF_y/F 比は、エッチング対象物である酸化膜のパターン開口率が 80% である場合に、被処理基板である半径 10 cm のウェハの中心部上において得られた値である。尚、被処理基板が半径 10 cm のウェハである場合、フォーカスリング半径は常に 10 cm よりも大きくなる。

【0061】

図 3 に示すように、Si フォーカスリングの半径が増大するに従って、フッ素ラジカルのスカベンジ量が増大するので、 C_xF_y/F 比が大きくなる。ここで、半径 12 cm の Si フォーカスリングは、例えば本実施形態の第 1 のリング 107 a のみによって形成することができる。また、半径 14 cm の Si フォーカスリングは、例えば本実施形態の第 1 のリング 107 a と第 2 のリング 107 b と

の組み合わせによって形成することができる。さらに、半径 1 6 c m の S i フォーカスリングは、例えば本実施形態の第 1 のリング 1 0 7 a と第 2 のリング 1 0 7 b と第 3 のリング 1 0 7 c との組み合わせによって形成することができる。

【 0 0 6 2 】

また、図 3 は、パターン開口率が 8 0 % となるように酸化膜をライン状にパターン化する場合における、S i フォーカスリングの半径と酸化膜のエッチング形状との関係も示している。図 3 に示すように、フォーカスリング半径が増大するに従って、酸化膜からなるラインパターンのエッチング形状は、逆テーパ形状から垂直形状を経て順テーパ形状に変化していく。これは、フォーカスリング半径が増大するに従って、酸化膜のエッチャントとなるフッ素ラジカルが減少していくことに起因する現象である。すなわち、酸化膜のエッチング形状は S i フォーカスリングの半径に依存して変化するものであって、本実施形態と同様のエッチング条件下においては、図 3 に示すように、S i フォーカスリングの半径が 1 2 c m から 1 4 c m までのときに、良好なエッチング形状である垂直形状が得られる。

【 0 0 6 3 】

尚、図 4 (a) は、被処理基板 1 5 0 上の酸化膜 1 5 1 に対してレジストパターン 1 5 2 をマスクとしてドライエッチングを行なった場合に酸化膜 1 5 1 が逆テーパ形状にパターン化された様子を示し、図 4 (b) は、同場合に酸化膜 1 5 1 が垂直形状にパターン化された様子を示し、図 4 (c) は、同場合に酸化膜 1 5 1 が順テーパ形状にパターン化された様子を示す。

【 0 0 6 4 】

図 5 は、エッチング対象物である酸化膜のパターン開口率と、酸化膜のエッチング形状を垂直形状にできる S i フォーカスリング半径との関係を調べた結果を示している。図 5 において、横軸はパターン開口率を示し、縦軸はフォーカスリング半径 (外径) を示している。また、図 5 に示す結果は本実施形態と同様のエッチング条件下で得られたものである。

【 0 0 6 5 】

図 5 に示すように、酸化膜のエッチング形状を垂直形状にするためには、パタ

ーン開口率が高くなるに従ってフォーカスリング半径を小さくする必要がある。その理由は次の通りである。すなわち、パターン開口率が高くなると、つまり、酸化膜におけるエッチング対象面積が大きくなると、より多くのエッチャント（フッ素ラジカル）がエッチング時に必要になるので、フッ素ラジカルのスカベンジ量を抑制するために、S i フォーカスリング半径を小さくしなければならない。逆に、パターン開口率が低くなると、つまり、酸化膜におけるエッチング対象面積が小さくなると、エッチング時に必要なフッ素ラジカル量が少なくなるので、フッ素ラジカルのスカベンジ量を増大させるために、フォーカスリング半径を大きくしなければならない。

【0066】

前述のように、本実施形態においては、複数のリングの組み合わせ方によってフォーカスリング107の半径（外径）を適切な値に設定することができる。例えばフォーカスリング107が最小半径を持つ第1のリング107aのみからなる場合、フォーカスリング107の表面積が小さくなるため、フッ素ラジカルのスカベンジ量（減少量）が少なくなって C_xF_y/F 比が小さくなるので、高いパターン開口率に適した構成となる。一方、フォーカスリング107が3個のリング107a～107c全ての組み合わせからなる場合、フォーカスリング107の表面積が大きくなるため、フッ素ラジカルのスカベンジ量（減少量）が多くなって C_xF_y/F 比が大きくなるので、低いパターン開口率に適した構成となる。

【0067】

以上に説明したように、第1の実施形態によると、フォーカスリング107がエッチング対象物のパターン開口率に応じた表面積を持つように、異なる半径を持つ複数のリングの中から選択されたリングを組み合わせることによってフォーカスリング107を形成することができる。このため、エッチング対象物のパターン開口率に応じてフォーカスリング107の半径ひいては表面積を簡単に調節することができる。具体的には、エッチング対象物である酸化膜のパターン開口率に応じて、シリコンを主成分とする複数のリングの組み合わせ方を変えることによってフォーカスリング107の表面積を調節すれば、酸化膜のエッチャントであるフッ素ラジカルをスカベンジする量を制御できる。従って、酸化膜上にお

けるデポ種（フルオロカーボンラジカル）量とエッチャント量との比（つまり C_xF_y/F 比）を最適化できるので、形成しようとするパターンに関係なく酸化膜エッチングにおいて寸法シフト量を抑制しつつ所望のエッチング形状を実現することができる。

【0068】

また、第1の実施形態によると、酸化膜のパターン開口率が80%を越えるような場合にも、フォーカスリング107の半径を小さくしてフッ素ラジカルのスカベンジ量を抑制し、それにより C_xF_y/F 比を低減することによって、所望のエッチング形状である垂直形状を実現することができる。例えば図3及び図5に示す結果から、酸化膜のパターン開口率が80%である場合であって本実施形態と同様のエッチング条件を用いる場合、図2に示すフォーカスリング107から第3のリング107cを取り外すことによって、良好なエッチング形状が得られる。言い換えると、第1及び第2ののリング107a及び107bの組み合わせからなる半径14cmのフォーカスリング107を用いることにより、良好なエッチング形状が得られる。

【0069】

尚、第1の実施形態において、半径が12cm、14cm、16cmの3種類のリング107a～107cの組み合わせ方を変えることにより、フォーカスリング107の表面積を調節した。しかし、第1の実施形態において、フォーカスリング107の表面積の調節に用いるリングの個数及び各リングの半径は特に限定されるものではない。但し、フォーカスリング107を構成する各リングは互いに隙間なく組み合わせられると共に、このように構成されたフォーカスリング107は、その中心部にウェハ（被処理基板150）の口径に対応する開口部を持つものとする。言い換えると、小さな半径を持つリングの外側面と、大きな半径を持つリングの内側面とが接するようにリング同士が組み合わせられると共に、フォーカスリング107の内側面と被処理基板150の端部とが接するようにフォーカスリング107が下部電極102上に設けられるものとする。また、第1の実施形態において、酸化膜のパターン開口率に応じた最も適切な半径を持つ単一のリングからフォーカスリング107が構成されていてもよい。

【0070】

また、第1の実施形態において、酸化膜エッチングにおいてプラズマ中のエッチャント（フッ素ラジカル）のスカベンジ量を制御するために、フォーカスリング107を構成する各リングの主成分としてシリコンを用いた。しかしながら、エッチング対象物が酸化膜以外である場合にも、フォーカスリングを構成する各リングの主成分として、当該エッチング対象物のエッチャントのスカベンジ量を制御できる適切な材料を用いることにより、本実施形態と同様の効果が得られることは言うまでもない。

【0071】

また、第1の実施形態において、酸化膜エッチングのための反応性ガス（プラズマ生成用ガス）として C_4F_8 を用いた。しかし、第1の実施形態において、プラズマ生成用ガスの種類は特に限られるものではなく、プラズマ生成用ガスは、例えば CF_4 、 CHF_3 、 C_4F_8 、 C_5F_8 、 C_4F_6 及び C_2F_6 のうちの少なくとも1つのガスを含むものであってもよい。

【0072】

（第2の実施形態）

以下、本発明の第2の実施形態に係るドライエッチング装置及びドライエッチング方法について、酸化膜エッチングを例として、図面を参照しながら説明する。

【0073】

図6は第2の実施形態に係るドライエッチング装置の概略構成を示している。尚、図6において、第1の実施形態に係るドライエッチング装置と同一の部材には同一の符号を付すことにより説明を省略する。

【0074】

第2の実施形態が第1の実施形態と異なっている点は、下部電極102上に被処理基板150を囲むように配置されたフォーカスリング108の構成である。

【0075】

尚、本実施形態においても、図示は省略しているが、被処理基板150上には、例えばシリコン窒化膜を介して、エッチング対象物であるシリコン酸化膜が形成されている。

【0076】

図7は、図6に示すフォーカスリング108、つまり本実施形態のフォーカスリングの平面構成を示している。

【0077】

図7に示すように、本実施形態のフォーカスリング108は、第1の実施形態と同様に、異なる半径を持つ複数のリングを同心円状に組み合わせることによって構成されている。具体的には、図7は、幅2cm、外径12cmの第1のリング108aと、幅2cm、外径14cmの第2のリング108bと、幅2cm、外径16cmの第3のリング108cとが隙間なく組み合わせられることによってフォーカスリング108が構成されている場合の様子を示している。この場合、フォーカスリング108の内側面となる第1のリング108aの内側面と、被処理基板150となる半径10cmのウェハの端部とが接する。

【0078】

ここで、第1及び第3のリング108a及び108cは第1の実施形態と同様にシリコンを主成分としているのに対して、第2のリング108bは第1の実施形態と異なり炭化シリコン(SiC)を主成分としている。

【0079】

ところで、図7に示す場合、3個のリング108a～108cを組み合わせることによって、幅6cm、半径(外径)16cmのフォーカスリング108が構成されているが、本実施形態においても、リングの組み合わせ方によって、フォーカスリング108の幅及び半径、つまりフォーカスリング108の表面積を任意に変更することができる。例えば第1のリング108a及び第2のリング108bの2個のリングを組み合わせることによって、幅4cm、半径14cmのフォーカスリング108を構成することもできる。

【0080】

尚、本実施形態において、フォーカスリング108の表面積とは、フォーカスリング108における反応室101内のプラズマ中に露出する部分の面積であって、これは、被処理基板(ウェハ)150を囲むフォーカスリング108の上面及び外側面の面積に相当する。

【0081】

図6に示す本実施形態のドライエッチング装置を用いた、酸化膜に対するドライエッチング方法の具体的内容は次の通りである。

【0082】

まず、 C_4F_8 、 C_5F_8 又は CF_4 等のフルオロカーボンガス（反応性ガス）、 Ar ガス、及び酸素ガスをガス導入口105から反応室101内に供給して、これらのガスからなるプラズマを発生させると共に、該プラズマを用いて被処理基板150上の酸化膜に対してエッチング加工を行なう。このときの具体的なエッチング条件は、例えば C_4F_8 流量が10ml/min（標準状態）、 O_2 流量が5ml/min（標準状態）、 Ar 流量が400ml/min（標準状態）、チャンバー内圧力が7Pa、プラズマ発生用RF電力が1500W、基板温度が20℃である。

【0083】

前記のプラズマ中においては、反応室101内に導入されたガスが解離して、デポ種となる C_xF_y ラジカル（フルオロカーボンラジカル）と、エッチャントとなるフッ素ラジカル（フッ素ラジカル）とが発生する。このフッ素ラジカルは、フォーカスリング108に含まれるシリコンと反応してスカベンジされるので、プラズマ中のフッ素ラジカルは実質的に減少する。ここで、フッ素ラジカルの減少は、フォーカスリング108とフッ素ラジカルとの反応によるものであるため、フッ素ラジカルの減少量はフォーカスリング108の表面積にほぼ比例する。従って、デポ種量とエッチャント量との比（ C_xF_y/F 比）もフォーカスリング108の表面積に比例して大きくなる。但し、フッ素ラジカルと各リング108a～108cとの反応性については、シリコンを主成分とする第1及び第3のリング108a及び108cの方が、SiCを主成分とする第2のリング108bよりも大きい。

【0084】

一方、本実施形態においては、前述のように、複数のリングの組み合わせ方を変えるによってフォーカスリング108の半径（外径）を変化させることにより、フォーカスリング108の表面積を変化させることができ、それによってプラズマ中の C_xF_y/F 比を変化させることができる。

【0085】

すなわち、第2の実施形態によると、フォーカスリング108がエッチング対象物のパターン開口率に応じた表面積を持つように、異なる半径を持つ複数のリングの中から選択されたリングを組み合わせることによってフォーカスリング108を形成することができる。このため、エッチング対象物のパターン開口率に応じてフォーカスリング108の半径ひいては表面積を簡単に調節することができる。具体的には、エッチング対象物である酸化膜のパターン開口率に応じて、シリコンを主成分とする複数のリングの組み合わせ方を変えることによってフォーカスリング108の表面積を調節すれば、酸化膜のエッチャントであるフッ素ラジカルをスカベンジする量を制御できる。このため、酸化膜上におけるデポ種（フルオロカーボンラジカル）量とエッチャント量との比（つまり C_xF_y/F 比）を最適化できるので、形成しようとするパターンに関係なく酸化膜エッチングにおいて寸法シフト量を抑制しつつ所望のエッチング形状を実現することができる。

【0086】

また、第2の実施形態によると、フォーカスリング108が、異なる材料を主成分とする複数のリングの組み合わせから構成されている。具体的には、フォーカスリング108は、フッ素ラジカルに対するスカベンジ能力の高いシリコンを主成分とする第1のリング108aと、フッ素ラジカルに対するスカベンジ能力の低いSiCを主成分とする第2のリング108bとを少なくとも有する。このため、フォーカスリング108上（つまり被処理基板150となるウェハの周縁部上）におけるフッ素ラジカル量の急激な変化を抑制できるため、酸化膜のエッチング速度、酸化膜とその下地との間の選択比又はエッチング形状等についてウェハ面内均一性を向上させることができる。以下、この効果について詳しく説明する。

【0087】

図8（a）は、比較例として、幅10cm、半径（外径）20cmのSiフォーカスリングを本実施形態のエッチング条件下で用いた場合における、 C_xF_y/F 比のウェハ半径方向分布を調べた結果を示している。また、図8（b）は、幅5cm、半径（外径）15cmのSiCリングと幅5cm、半径（外径）20cm

mのSiリングとからなるフォーカスリング（本実施形態のフォーカスリングの変形例）を本実施形態のエッチング条件下で用いた場合における、 C_xF_y/F 比のウェハ半径方向分布を調べた結果を示している。尚、図8（a）及び（b）に示す C_xF_y/F 比は、いずれもウェハ（半導体基板）表面から3cm上側の点で測定されたものである。

【0088】

図8（a）に示すように、Siフォーカスリングを用いた場合、Siフォーカスリングの全面上でフッ素ラジカルのスカベンジが生じるため、 C_xF_y/F 比はウェハ周縁部で急激に増大する。このため、ウェハ周縁部では、酸化膜のエッチング速度、酸化膜とその下地との間の選択比又はエッチング形状等に急激な変動が起こる。

【0089】

それに対して、SiCリングとSiリングとからなる本実施形態のフォーカスリングの変形例を用いた場合、SiCリングとフッ素ラジカルとの反応性は、Siリングとフッ素ラジカルとの反応性と比較して小さい。このため、図8（b）に示す C_xF_y/F 比のウェハ半径方向分布において、図8（a）に示すようなウェハ周縁部での急激な変化は見られない。言い換えると、図8（b）に示す C_xF_y/F 比のウェハ半径方向分布は、ウェハ周縁部上でもほぼ均一な分布となる。すなわち、 C_xF_y/F 比のウェハ半径方向分布がこのような平坦な分布となることにより、酸化膜のエッチング速度、酸化膜とその下地との間の選択比又はエッチング形状等についてウェハ面内均一性が向上する。尚、図8（b）に示す C_xF_y/F 比のウェハ半径方向分布がSiCリング上でも急激に落ち込んだ分布とならずに平坦な分布となるのは、フッ素ラジカルの拡散の影響である。

【0090】

尚、第2の実施形態において、半径が12cm、14cm、16cmの3種類のリング108a～108cの組み合わせ方を変えることにより、フォーカスリング108の表面積を調節した。しかし、第2の実施形態においては、フォーカスリング108が互いに異なる材料を主成分とする少なくとも2つのリングから構成されることを前提として、フォーカスリング108の表面積の調節に用いる

リングの個数及び各リングの半径は特に限定されるものではない。但し、フォーカスリング108を構成する各リングは互いに隙間なく組み合わされると共に、このように構成されたフォーカスリング108は、その中心部にウェハ（被処理基板150）の口径に対応する開口部を持つものとする。言い換えると、小さな半径を持つリングの外側面と、大きな半径を持つリングの内側面とが接するようにリング同士が組み合わされると共に、フォーカスリング108の内側面と被処理基板150の端部とが接するようにフォーカスリング108が下部電極102上に設けられるものとする。

【0091】

また、第2の実施形態において、第2のリング108bの主成分、つまりフッ素ラジカルに対するスカベンジ能力の低い材料としてSiCを用いたが、これに代えて、石英（SiO₂）、アルミナ（酸化アルミニウム：Al₂O₃）又は酸化イットリウム（Y₂O₃）等を用いても同様の効果が得られる。

【0092】

また、第2の実施形態において、酸化膜エッチングを前提として、フッ素ラジカルに対するスカベンジ能力の高いシリコンを主成分とする第1のリング108aと、フッ素ラジカルに対するスカベンジ能力の低いSiCを主成分とする第2のリング108bとを少なくとも有するフォーカスリング108を用いた。しかしながら、エッチング対象物が酸化膜以外である場合にも、当該エッチング対象物のエッチャントに対するスカベンジ能力の高い材料を主成分とする一のリングと、該エッチャントに対するスカベンジ能力の低い材料を主成分とする他のリングとを少なくとも有するフォーカスリングを用いることにより、本実施形態と同様の効果が得られることは言うまでもない。

【0093】

また、第2の実施形態において、フォーカスリング108を構成する複数のリングのうち少なくとも1つのリングが、エッチング対象物と同じ材料を主成分とする事が好ましい。このようにすると、例えば酸化膜（SiO₂膜）エッチングの場合に、SiO₂からなるリングを含むフォーカスリングを用いることにより、実質的なエッチング対象面積（SiO₂面積）が、酸化膜における被エッチン

グ部分（レジストマスクの開口部の下側）の面積と、 SiO_2 リングの表面積との和になる。言い換えると、エッチング対象物と同じ材料を主成分とするリングを用いてフォーカスリングを構成することにより、パターン開口率が小さいエッチング対象物における実質的なエッチング対象面積を増大させることができる。このため、エッチング対象物のパターン開口率の大小に関わらず、エッチング対象物における被エッチング部分に供給されるエッチャント量を均一にできる。従って、様々なパターン開口率を持つ複数のエッチング対象物のそれぞれに対して、同一のドライエッチング装置を用いて、所望のエッチング形状が得られるエッチングを行なうことができる。

【0094】

また、第2の実施形態において、酸化膜エッチングのための反応性ガス（プラズマ生成用ガス）として C_4F_8 を用いた。しかし、第2の実施形態において、プラズマ生成用ガスの種類は特に限られるものではなく、プラズマ生成用ガスは、例えば CF_4 、 CHF_3 、 C_4F_8 、 C_5F_8 、 C_4F_6 及び C_2F_6 のうちの少なくとも1つのガスを含むものであってもよい。

【0095】

【発明の効果】

本発明によると、異なる半径を持つ複数のリングの中から選択されたリングの組み合わせによってフォーカスリングが構成されるため、エッチング対象物のパターン開口率に応じてフォーカスリングの表面積を調節できる。すなわち、パターン開口率が大きい場合にはフォーカスリングの表面積を小さくしてエッチャントのスキャベンジ量を減少させることができると共に、パターン開口率が小さい場合にはフォーカスリングの表面積を大きくしてエッチャントのスキャベンジ量を増大させることができる。従って、形成しようとするパターンに関係なく、寸法シフト量を抑制でき且つ所望のエッチング形状が得られるドライエッチングが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の第1の実施形態に係るドライエッチング装置の概略構成を示す図であ

る。

【図 2】

本発明の第 1 の実施形態に係るドライエッチング装置のフォーカスリングの平面構成を示す図である。

【図 3】

本発明の第 1 の実施形態に係るドライエッチング方法と同様のエッチング条件下において S_i フォーカスリングの半径を変化させた場合における $C_x F_y / F$ 比の変化の様子を本願発明者が調べた結果を示す図である。

【図 4】

(a) は被エッチング物である酸化膜が逆テーパ形状にパターン化された様子を示す図であり、(b) は被エッチング物である酸化膜が垂直形状にパターン化された様子を示す図であり、(c) は被エッチング物である酸化膜が順テーパ形状にパターン化された様子を示す図である。

【図 5】

本発明の第 1 の実施形態に係るドライエッチング方法と同様のエッチング条件下において酸化膜のパターン開口率と酸化膜を垂直形状にパターン化できる S_i フォーカスリング半径との関係の本願発明者が調べた結果を示す図である。

【図 6】

本発明の第 2 の実施形態に係るドライエッチング装置の概略構成を示す図である。

【図 7】

本発明の第 2 の実施形態に係るドライエッチング装置のフォーカスリングの平面構成を示す図である。

【図 8】

(a) は本発明の第 2 の実施形態に係るドライエッチング方法と同様のエッチング条件下において S_i フォーカスリングを用いた場合における $C_x F_y / F$ 比のウェハ半径方向分布を本願発明者が調べた結果を示す図であり、(b) は本発明の第 2 の実施形態に係るドライエッチング方法と同様のエッチング条件下において $S_i C$ リングと S_i リングとからなるフォーカスリングを用いた場合における

C_xF_y/F 比のウェハ半径方向分布を本願発明者が調べた結果を示す図である。

【図 9】

従来のドライエッチング装置の概略構成を示す図である。

【図 10】

従来のドライエッチング装置のフォーカスリングの平面構成を示す図である。

【図 11】

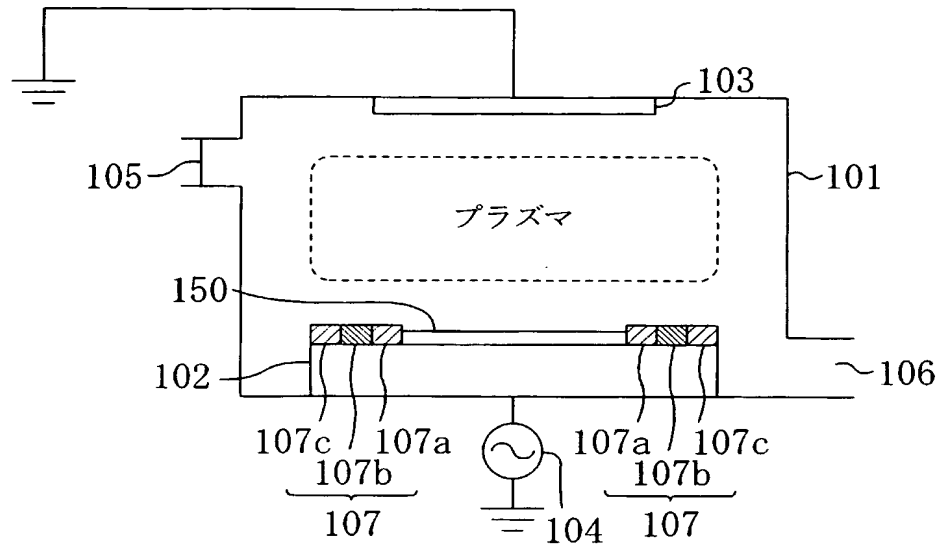
(a) 及び (b) は従来のドライエッチング装置を用いた酸化膜エッチングにおける問題点を説明するための図である。

【符号の説明】

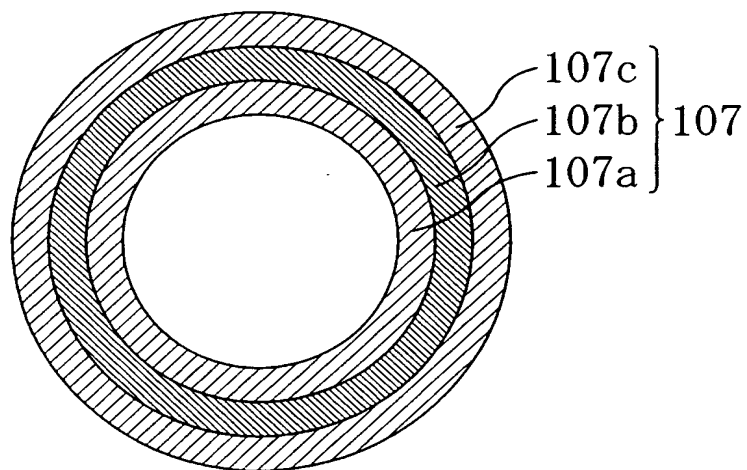
- 101 反応室
- 102 下部電極
- 103 上部電極
- 104 高周波電源
- 105 ガス導入口
- 106 ガス排気口 106
- 107 フォーカスリング
 - 107a 第1のリング
 - 107b 第2のリング
 - 107c 第3のリング
- 108 フォーカスリング
 - 108a 第1のリング
 - 108b 第2のリング
 - 108c 第3のリング
- 150 被処理基板
- 151 酸化膜
- 152 レジストパターン

【書類名】 図面

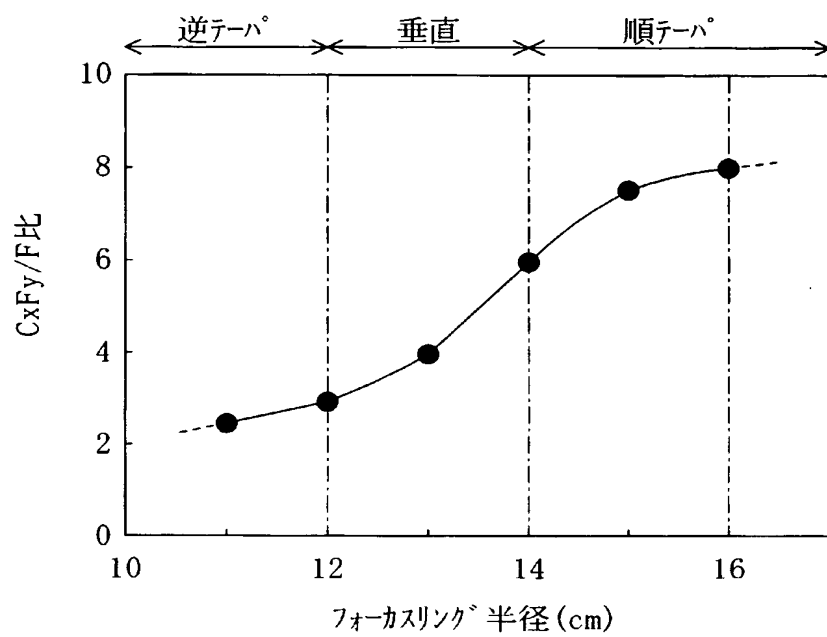
【図 1】



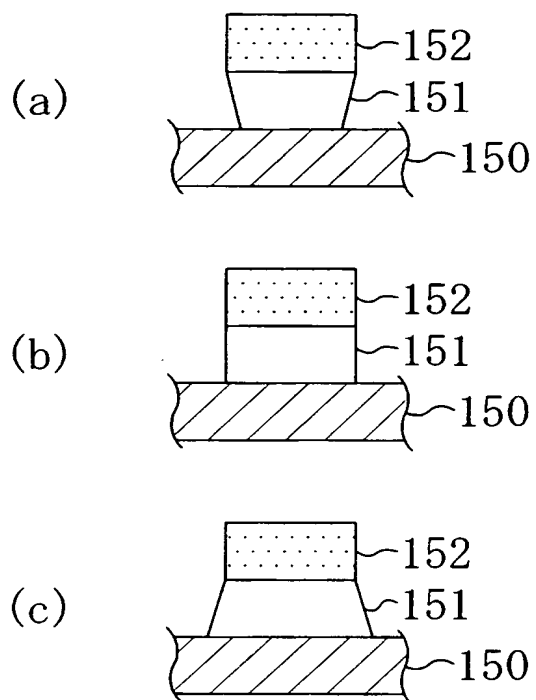
【図 2】



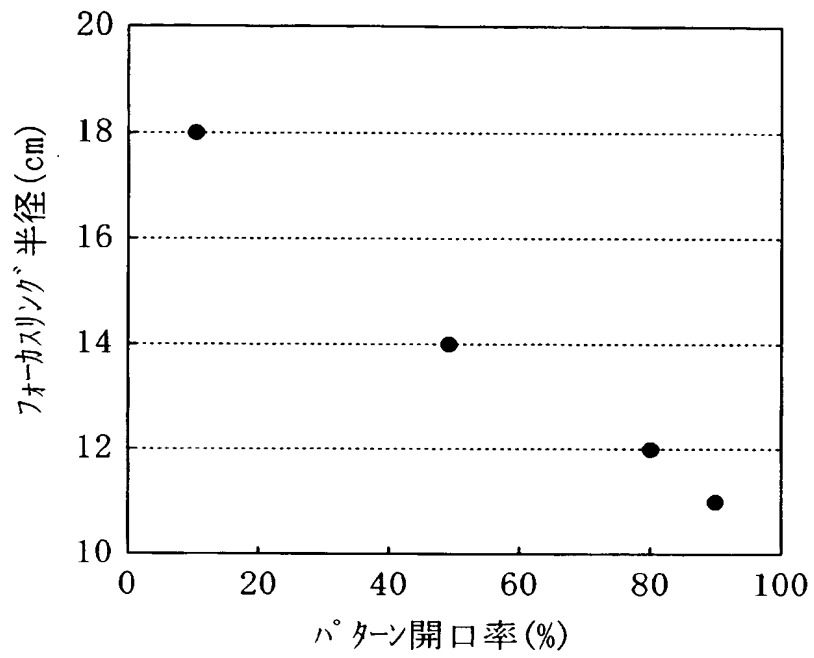
【図 3】



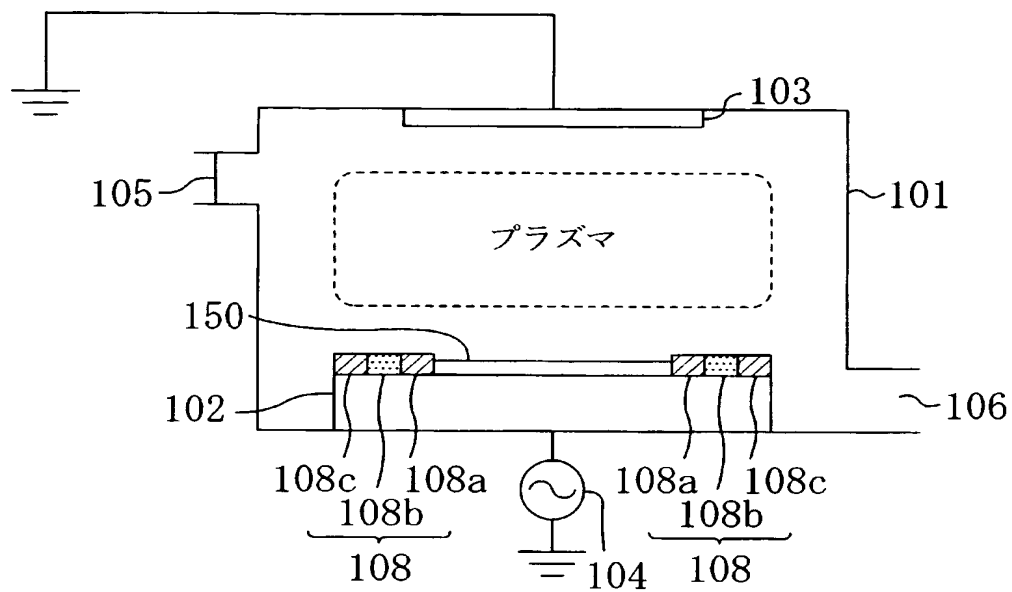
【図 4】



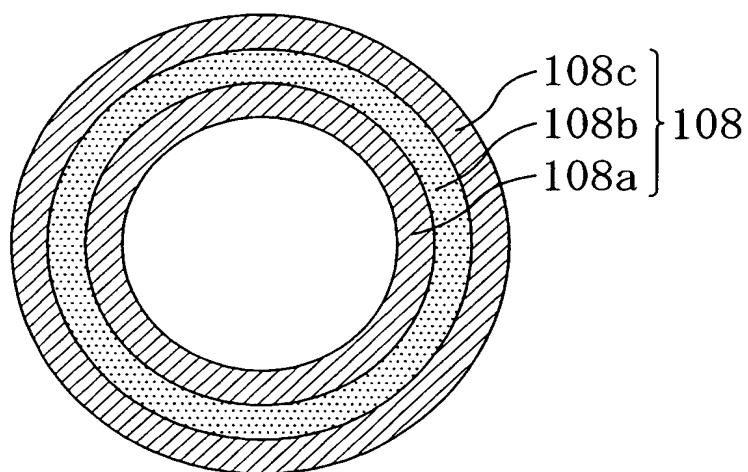
【図 5】



【図 6】

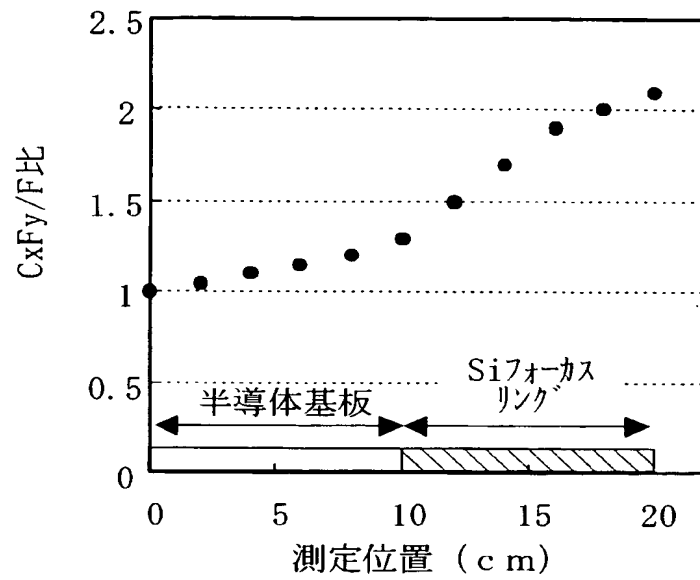


【図 7】

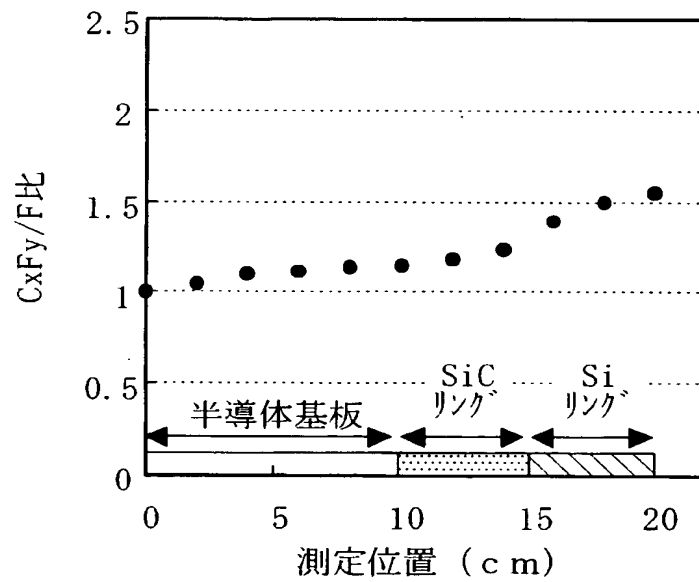


【図 8】

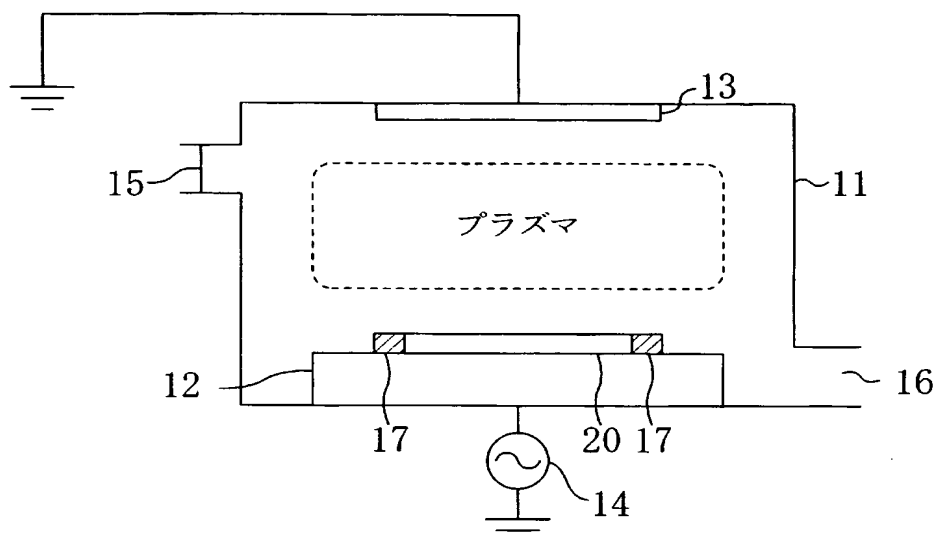
(a)



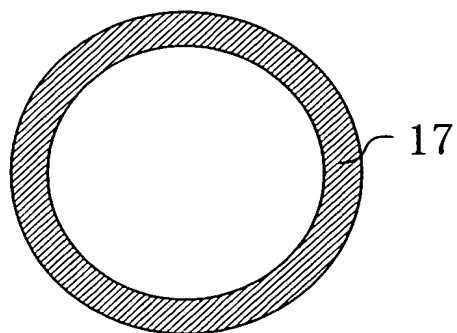
(b)



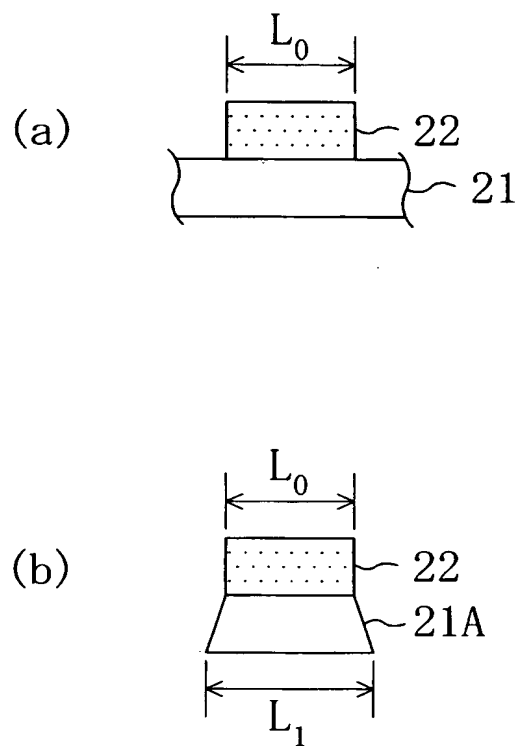
【図 9】



【図 10】



【図 1 1】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 形成しようとするパターンに関係なく、寸法シフト量を抑制でき且つ所望のエッチング形状が得られるドライエッチングを可能とする。

【解決手段】 反応室 1 0 1 内の下部電極 1 0 2 上に被処理基板 1 5 0 を囲むようにフォーカスリング 1 0 7 が配置されている。フォーカスリング 1 0 7 は、予め準備された異なる半径を持つ複数のリングの中から選択されたリングの組み合わせ（第 1 ～第 3 のリング 1 0 7 a ～ 1 0 7 c）によって構成されている。これにより、フォーカスリング 1 0 7 はエッチング対象物のパターン開口率に応じた表面積を持つ。

【選択図】 図 1

特願 2 0 0 3 - 0 8 6 6 8 0

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [0 0 0 0 0 5 8 2 1]

1. 変更年月日	1 9 9 0 年 8 月 2 8 日
[変更理由]	新規登録
住 所	大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地
氏 名	松下電器産業株式会社